

# Computación en Internet: Librería MALLBA para problemas de optimización\*

Maria J. Blesa   Jordi Petit   Fatos Xhafa

Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Campus Nord C6  
08034 Barcelona

## 1 Introducción

La creciente complejidad de los problemas tratados en ciertas áreas de la ciencia y la ingeniería necesita, cada vez más, de una gran capacidad de cálculo. Es bien sabido que para algunos de estos problemas (métodos numéricos, simulación, optimización, etc.) la computación paralela ofrece soluciones eficientes; sin embargo, los supercomputadores paralelos continúan sin estar al alcance de muchas organizaciones debido a sus altos costes en hardware, mantenimiento y programación. Las redes de computadores personales ofrecen una alternativa de menor coste. La posibilidad de conectar a través de Internet redes de computadores personales geográficamente distribuidas abre una nueva vía para la computación.

El proyecto MALLBA aborda la posibilidad de resolver problemas de optimización con una librería de algoritmos paralelos usando redes de computadores personales conectadas a Internet. MALLBA ofrece tres familias de métodos para la resolución de problemas: exactos, heurísticos e híbridos. Para cada uno de ellos, MALLBA ofrece tres implementaciones: secuencial, paralela para redes de area local (LAN) y paralela para redes geográficamente distribuidas (WAN).

En esta nota, veremos a qué tipo de problemas quiere dar solución la librería MALLBA, cuáles son los métodos utilizados y cuáles son las posibilidades para implementarlos a través de Internet.

## 2 Optimización combinatoria

Muchos problemas de interés en entornos científico-técnicos pueden formularse como problemas de optimización combinatoria. Informalmente, el objetivo de un problema de optimización combinatoria consiste en maximizar o minimizar una determinada propiedad cuantificable, satisfaciendo determinadas restricciones de factibilidad. Los problemas del viajante de comercio o de la bisección son ejemplos bien conocidos (Fig. 1). Para este tipo de problemas todavía no se conocen algoritmos que encuentren una solución óptima en un tiempo razonable: esencialmente, no

---

\*Proyecto TIC1999-0754-C03 subvencionado por CICYT.

queda más remedio que explorar todas las soluciones factibles y escoger la mejor. Incluso para instancias de tamaño moderado esto requiere una gran cantidad de tiempo.

En muchos casos, la exploración exhaustiva que realizan los métodos de resolución que encuentran soluciones óptimas (métodos exactos) se puede acelerar usando técnicas como *divide y vencerás*, *ramificación y acotación* o *programación dinámica*. Pero para problemas de gran tamaño, el uso de estas técnicas sigue requiriendo grandes cantidades de tiempo y memoria.

Los métodos heurísticos permiten obtener en un tiempo razonable soluciones cuya calidad es, por lo general, suficientemente buena. Frecuentemente, los métodos heurísticos se basan en técnicas de *búsqueda local*, *métodos espectrales* o *algoritmos genéticos*. La calidad de la solución obtenida suele estar directamente relacionada con el tiempo de computación utilizado.

Los métodos híbridos combinan dos o más de los métodos anteriores.

### 3 Computación en Internet

El desarrollo y crecimiento actual de Internet ha creado la posibilidad de utilizar una enorme fuente de recursos computacionales emplazados en puntos distantes del planeta. Por una parte, esto facilita el acceso a supercomputadores disponibles en laboratorios de cálculo; por otra, muchas organizaciones y empresas disponen de un conjunto de computadores conectados entre sí (red LAN) y a Internet (red WAN). Varios estudios muestran que se extrae un rendimiento bajo de muchos computadores disponibles en empresas, instituciones, escuelas, etc. ya que están libres la mayor parte del tiempo o se usan para realizar tareas sencillas. Los recursos de estos computadores “ociosos” se podrían utilizar para la resolución de problemas complejos mediante la distribución de tareas y simultaneidad de la computación. La computación en Internet pasa por usar eficientemente estos recursos distribuidos geográficamente (Fig. 2).

Utilizando computadores conectados en la red (LAN o WAN) se puede acelerar la resolución de problemas reales ya que se dispone de más recursos de cómputo. Sin embargo, la eficacia de la computación en Internet depende mucho de parámetros dinámicos de la red como, por ejemplo, la latencia, el ancho de banda o el tráfico de comunicación.

Si bien hay experiencia científica en aplicaciones paralelas sobre entornos LAN, ésta es escasa en entornos WAN. La novedad de este entorno, su constante crecimiento y su heterogénea configuración representan una considerable complejidad para su estudio y utilización. MALLBA utiliza RedIRIS para conectar entre sí las redes de PCs de Barcelona, La Laguna y Málaga (Fig. 3). Conocer el comportamiento de Internet es uno de los subobjetivos del proyecto MALLBA.

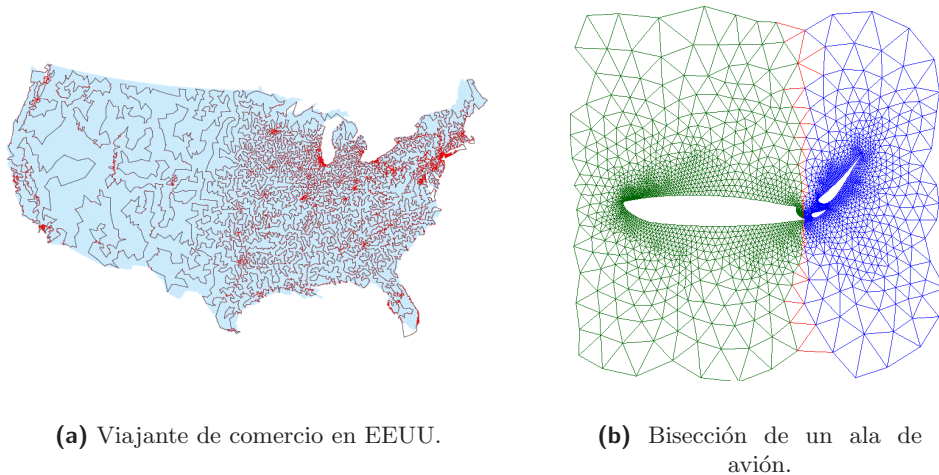
### 4 Librería MALLBA

La librería MALLBA ofrece un conjunto de técnicas de resolución para problemas de optimización. Sus cualidades son eficiencia, reusabilidad, genericidad, portabilidad y facilidad de uso. Para lograrlas, MALLBA utiliza una novedosa aproximación a la programación genérica con objetos.

La estructura de la librería se basa en la separación de dos conceptos (Fig. 4): el problema a resolver y la técnica de resolución a utilizar. El primero debe ser descrito por el usuario; el segundo ya lo proporciona la librería. La integración se realiza como si se rellenase una “plantilla”: al seleccionar la técnica de resolución la librería proporciona una plantilla sobre la cual el usuario describe los elementos que componen el problema a resolver. MALLBA se encarga de unir ambas partes y el resultado es un programa que resuelve el problema del usuario y que puede ser ejecutado en una sola máquina, en un entorno LAN o uno WAN.

MALLBA no aporta ningún código específico para solucionar problemas concretos, sino uno genérico que el usuario particulariza. De esta forma, una misma implementación, abstracta pero eficiente, se puede reutilizar en diversos contextos. El usuario no necesita tener conocimientos de paralelismo, puesto que éstos ya están incluidos dentro de la librería. Además, MALLBA ofrece herramientas para ejecutar y monitorizar la resolución en paralelo de los trabajos (Fig. 5).

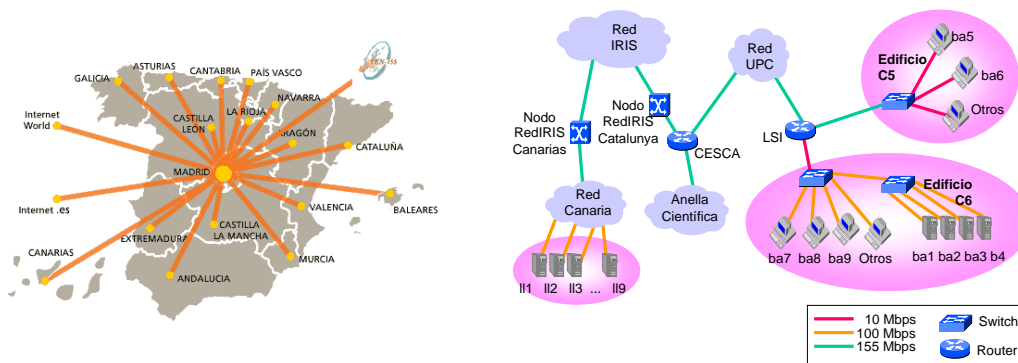
**Agradecimientos.** Queremos agradecer la ayuda de Néstor González y de los miembros del proyecto MALLBA. Página web: <http://www.lsi.upc.es/~mallba>.



**Figura 1:** Problema del viajante de comercio: Dadas las distancias entre un conjunto de ciudades, encontrar un ciclo de distancia mínima que pase por todas ellas. Problema de la bisección: Dado un grafo, partir su conjunto de vertices en dos mitades, minimizando el número de aristas entre las dos partes.



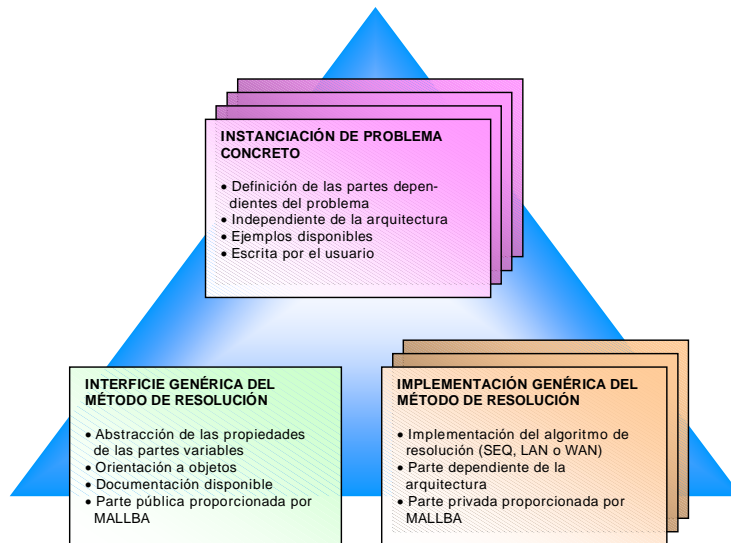
**Figura 2:** La computación en Internet aprovecha recursos distribuidos geográficamente para resolver más velozmente problemas difíciles. En este entorno, diferentes tipos de componentes computacionales (computadores, redes, ficheros, servicios software) muestran un comportamiento dinámico y heterogéneo. Desde el punto de vista del usuario, computar en Internet debería ser tan fácil como hacerlo en su computador personal.



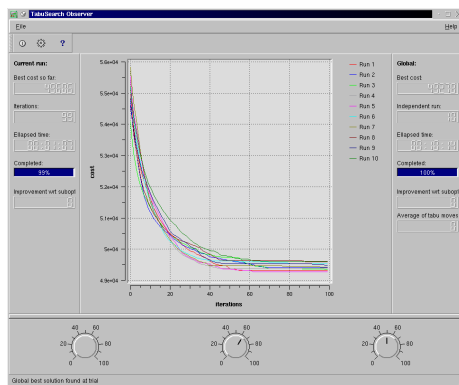
**(a)** Infraestructura de RedIRIS.

**(b)** Infraestructura MALLBA; detalle de conexión Barcelona–La Laguna.

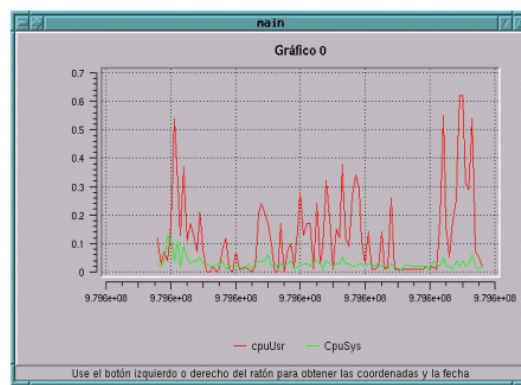
**Figura 3:** La librería MALLBA usa redes de computadores personales conectadas a través de Internet. Las redes locales del proyecto MALLBA se comunican mediante RedIRIS, la red española de I+D.



**Figura 4:** Estructura de la librería MALLBA: La librería ofrece una única interficie genérica para cada método de resolución, con diferentes implementaciones genéricas para cada plataforma; el usuario debe definir las partes dependientes de su problema a través de una instanciación.



**(a)** Observador para búsqueda tabú.



**(b)** Monitor de red.

**Figura 5:** La librería MALLBA ofrece al usuario diferentes herramientas para monitorizar la ejecución de los programas.